



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **04102942 A**(43) Date of publication of application: **03 . 04 . 92**

(51) Int. Cl.

G06F 11/34
G06F 9/06
G06F 9/32

(21) Application number: **02220260**(71) Applicant: **NEC CORP**(22) Date of filing: **22 . 08 . 90**(72) Inventor: **MURAKAMI KENICHI**

**(54) SYSTEM FOR MEASURING EXECUTION
 FREQUENCY OF INSTRUCTION IN PROGRAM**

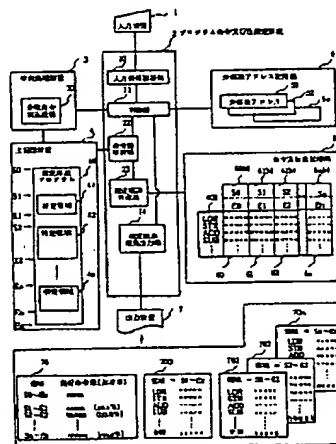
program are unknown and a procedure for measurement
 is simplified.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio

PURPOSE: To make it possible to measure the execution frequency of instructions in a program by utilizing an branch instruction interruption.

CONSTITUTION: An instruction existing in a range indicated by an unbranched address informed from a branch instruction interrupting means 30 at the time of a branch instruction interruption and a branched address corresponding to a branch instruction interruption priority level stored in a branched address storing means 5 at the time of the branch instruction interruption just preceding the current branch instruction interruption is retrieved. In addition, this measuring system is provided with an instruction analyzing means 22 for analyzing the number of instructions in each sort, an instruction execution frequency storing means 6 for accumulatively storing the number of instructions in each sort correspondingly to each specific area in the program and a means 24 for outputting the number of accumulatively stored instructions in each sort as instruction execution frequency. Consequently, the instruction execution frequency is measured even when the contents of the



This Page Blank (uspto)

Our Ref: OP1135-US

Prior Art Reference:

Japanese Patent Laid Open Publication No. Hei 4-102942

Laid-Open Date: April 3, 1992

Title of the Invention: MEASURING SYSTEM OF INSTRUCTION EXECUTION
NUMBERS OF PROGRAM.

Patent Application No.: Hei 2-220260

Filing Date: August 22, 1990

Inventor: Kenichi Murakami

c/o NEC Corporation,

7-1, Shiba 5-chome, Minato-ku, Tokyo, Japan

Applicant: NEC Corporation

Translation of the Pertinent description:

[from page 8, line 9 to page 12, line 12 marked in red]

Next, the operation of thus constructed embodiment of a measuring system for instruction execution numbers of a program will be explained. First, a range of the measuring target program 40(address S0 and address Ez) and a range of specific areas 41, 42, 4n(address S1 and address E1, address S2 and E2, address Sn and address En) are inputted by the input unit 1. The input information analyzing section 20 converts the measured ranges of the inputted JIS codes into a binary code that the program instruction execution numbers measuring unit 2 can process, and values after converted are notified to the control section 21. The control section 21 after received the notification holds the measuring ranges converted by the input information analyzing section 20 in the measured area range information 60M(a range of the measured program 40), 61M(a range of the specific area 41), 62M(a range of the specific area 42),, 6nM(a range of a specific area 4n) within the instruction execution numbers storage section 6, while initializes by zero instruction execution times storage strings 60, 61, 62,, 6n each corresponding to the measured area range information 60M, 61M, 62M,, 6nM.

In case a priority level of the measuring target program 40 was assumed [1], a priority level number [1] is inputted by the

This Page Blank (uspto)

input unit 1. The input information analyzing section 20 converts the inputted JIS codes priority level number [1] into the binary code that the program instruction execution numbers measuring unit 2 can process, and notifies the control section 21 the values after converted. The control section 21 after received the notification starts the priority level number [1] in a branch instruction interruption mode toward the branch instruction interruption mechanism 30 based on the converted priority level number [1]. At the same time, the same control section 21 initializes by zero the address after branched 51 corresponding to the priority level number [1] within the after branched address storage section 5.

Then, when the setting target program 40 is started on the main storage unit 4 and the branch instruction of the measuring target program 40 is executed, the branch instruction interruption mechanism 30 in the central processing unit 3 makes a branch instruction interruption generate at the address of branch destination designated by the branch instruction, and reports the branch instruction interruption to the control section 21 in the program instruction execution numbers measuring unit 2. By the report, the control section 21 can know the priority level number [1], the address before branched which is the address of the branch instruction itself caused the branch instruction interruption within the measuring target program 40, and the address after branched of the branch destination by the branch instruction. By this reported priority level number [1], the control section 21 can extract the content of the address after branched 51 (the address after branched of the branch instruction interruption which was one time before the branch instruction interruption) corresponding to the priority level number [1] in the after branched address storage section 5, instructs the instruction words analyzing section 22 to analyze instructions in the range from the extracted address to the same reported address before branched, and stores the address after branched in the address after branched 51 until

This Page Blank (untested)

the next branch instruction interruption. Thereafter, the instruction words analyzing section 22 analyzes the instruction within the range instructed by the control section 21, and reports serially types of the instruction and addresses of the instruction to the measuring range judging section 23. Then, the measuring range judging section 23 judges, based on the instruction addresses reported serially, an area including instructions from measuring area range information 60M, 61M, 62M,, 6nM of the instruction execution numbers storage section 6. After the result of judgement, the measuring range judging section 23 adds any one of the instruction execution times storage strings 60, 61, 62,, 6n corresponding to the measuring area range information 60M, 61M, 62M,, 6nM to make correspond to the types of the instructions reported together with the instruction addresses from the instruction words analyzing section 22. Here, if the reported instruction addresses are included in the specific area 41, they are added to the instruction execution times storage strings 60 and 61 corresponding to the measuring area range information 60M and 61M. Similarly, if they are the specific area 42, they are added to the instruction execution times storage strings 60 and 62. If they are the specific area 4n, they are added to the instruction execution times storage strings 60 and 6n.

In the initial branch instruction interruption where the address after branched 51 is initialized by zero, the control section 21 only stores the address after branched notified from the branch instruction interruption mechanism 30 in the address after branched 51, but does not make analyzing directions of the instructions to the instruction words analyzing section 22. After done the above-mentioned operations, the control section 21 instructs the branch instruction interruption mechanism 30 to restart execution from the address after branched in the measuring target program 40, and stands waiting for the next branch instruction interruption.

This Page Blank (uspto)

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平4-102942

⑬ Int. Cl.⁵

G 06 F 11/34
9/06
9/32

識別記号

4 4 0 N
3 2 0 U
A

庁内整理番号

7165-5B
7927-5B
9189-5B

⑭ 公開 平成4年(1992)4月3日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全7頁)

⑮ 発明の名称 プログラムの命令実行数測定方式

⑯ 特 願 平2-220260

⑰ 出 願 平2(1990)8月22日

⑱ 発 明 者 村 上 健 一 東京都港区芝5丁目7番1号 日本電気株式会社内
⑲ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目7番1号
⑳ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

明 細 書

発明の名称

プログラムの命令実行数測定方式

特許請求の範囲

1. 分岐命令の実行により分岐後最初の命令が実行される前に当該分岐命令を含むプログラムの走行の優先レベルと、分岐命令自身のアドレスを示す分岐前アドレスと、分岐命令の分岐先アドレスを示す分岐後アドレスとを保持して内部割込みを発生させ且つ該内部割込みが一個以上の前記優先レベル毎に発生できるような分岐命令割込み手段と、

該分岐命令割込み手段の起動及び停止を行うための分岐命令割込みモード設定・解除手段と、

前記分岐後アドレスを前記優先レベルに対応させて記憶する分岐後アドレス記憶手段と、

プログラムの範囲と、当該プログラム内の特定領域の範囲とを保持する測定領域範囲保持手段

と、

分岐命令割込み時に前記分岐命令割込み手段から通知される分岐前アドレスと、前記分岐後アドレス記憶手段により当該分岐命令割込みの一度前の分岐命令割込み時に記憶されていて当該分岐命令割込み時の優先レベルに対応する分岐後アドレスとで示される範囲に存在する命令を探索し命令の種類毎の個数を解析する命令解析手段と、

該命令解析手段による解析結果である命令の種類毎の個数を命令の種類毎に且つ前記測定領域範囲保持手段によって保持された領域毎に対応させて累積記憶する命令実行数記憶手段と、

該命令実行数記憶手段により累積記憶された命令の種類毎の個数を命令実行回数として前記特定領域毎に編集出力する測定結果編集出力手段とを含むことを特徴とするプログラムの命令実行数測定方式。

2. 前記測定結果編集出力手段は、前記特定領域が当該特定領域を含むプログラム内で占める命令実行数の割合を前記特定領域毎に編集出力する

ことを特徴とする請求項 1 記載のプログラムの命令実行数測定方式。

発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、情報処理システムにおけるプログラムの命令実行数測定方式に関する。

〔従来の技術〕

従来、情報処理システムにおけるプログラムの性能の基準となるプログラムの命令実行数は、設計者が机上でプログラムの実行過程を予測しながら計算するか、あるいはハードウェアモニタにより測定する方法が取られていた。

〔発明が解決しようとする課題〕

上述した従来のプログラムの命令実行数測定方式のうち、前者の机上でプログラムの実行過程を予測しながら計算する場合には、プログラムの内容を良く理解していなければならず、また、プログラムの内容を良く理解した担当者であっても相当の時間を必要とした。一方、後者のハードウェ

アモニタにより測定する方法では、測定の基準が面倒なため、ソフトウェア担当者は一般に使用していないのが現状である。

本発明の目的は、プログラムの内容を知らなくとも測定することでき、測定のための手続きも簡単であり、さらに測定のための時間を机上で計算する場合に比較して大幅に減少させることができ、且つプログラムの性能向上を要求された場合、効果的に活用することができるプログラムの命令実行数測定方式を提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

本発明のプログラムの命令実行数測定方式は、分岐命令の実行により分岐後最初の命令が実行される前に当該分岐命令を含むプログラムの走行の優先レベルと、分岐命令自身のアドレスを示す分岐前アドレスと、分岐命令の分岐先アドレスを示す分岐後アドレスとを保持して内部割込みを発生させ且つ該内部割込みが一個以上の前記優先レベル毎に発生できるような分岐命令割込み手段と、

該分岐命令割込み手段の起動及び停止を行うた

-3-

-4-

めの分岐命令割込みモード設定・解除手段と、

前記分岐後アドレスを前記優先レベルに対応させて記憶する分岐後アドレス記憶手段と、

プログラムの範囲と、当該プログラム内の特定領域の範囲とを保持する測定領域範囲保持手段と、

分岐命令割込み時に前記分岐命令割込み手段から通知される分岐前アドレスと、前記分岐後アドレス記憶手段により当該分岐命令割込みの一度前の分岐命令割込み時に記憶されていて当該分岐命令割込み時の優先レベルに対応する分岐後アドレスとで示される範囲に存在する命令を探索し命令の種類毎の個数を解析する命令解析手段と、

該命令解析手段による解析結果である命令の種類毎の個数を命令の種類毎に且つ前記測定領域範囲保持手段によって保持された領域毎に対応させて累積記憶する命令実行数記憶手段と、

該命令実行数記憶手段により累積記憶された命令の種類毎の個数を命令実行回数として前記特定領域毎に編集出力する測定結果編集出力手段とを

含む構成であり、前記測定結果編集出力手段は、前記特定領域が当該特定領域を含むプログラム内で占める命令実行数の割合を前記特定領域毎に編集出力する構成としてもよい。

〔実施例〕

次に、本発明について図面を参照して説明する。

第 1 図は、本発明のプログラムの命令実行数測定方式の一実施例を示すブロック図である。本実施例のプログラムの命令実行数測定方式は、入力操作が行われる入力装置 1 と、入力情報解析部 20 と制御部 21 と命令語解析部 22 と測定範囲判定部 23 と測定結果編集出力部 24 とを含むプログラム命令実行数測定装置 2 と、分岐命令の実行により分岐後最初の命令が実行される前に優先レベルと分岐前アドレスと分岐後アドレスとを保持して内部割込みを発生させる分岐命令割込み機構 30 を含む中央処理装置 3 と、測定対象プログラム 40 を記憶する主記憶装置 4 と、優先レベル毎に対応する分岐後アドレス 51, 52, …, 5n

-5-

-6-

を次の分岐命令割込み時まで記憶しておく分岐後アドレス記憶部5と、命令毎の実行回数を記憶する命令実行数記憶部6と、測定結果リスト70、700、701、702、…、70nが出力される出力装置7とから構成されている。

主記憶装置4には測定対象プログラム40が存在し、その先頭アドレスはS0番地、終了アドレスはEz番地として表わされている。そして、測定対象プログラム40の中には、特に命令実行数の観点から、測定対象プログラム40に対する占有度を測定したい特定領域41、42、…、4nが存在する。これら特定領域41、42、…、4nの先頭アドレスはそれぞれS1、S2、…、Sn番地、終了アドレスもそれぞれE1、E2、…、En番地として表わされている。

命令実行数記憶部6の内容は、入力装置1から入力された測定対象プログラム40の範囲(先頭アドレスS0、終了アドレスEz)と特定領域41、42、…、4nの範囲(先頭アドレスS1、S2、…、Sn、終了アドレスE1、E2、…、En)とが保持される測定領域範囲情報60M、61M、62M、…、6nMと、LDR、STR等の命令の区別を示す命令列601と、測定領域範囲情報60M、61M、62M、…、6nMで示される範囲毎に対応し且つ命令列601の命令の種類毎に対応し命令の種類毎の実行回数を記憶する命令実行回数記憶列60、61、62、…、6nとを含む。

次に、このように構成された本実施例のプログラムの命令実行数測定方式の動作について説明する。最初に、測定対象プログラム40の範囲(S0番地とEz番地)と特定領域41、42、…、4nの範囲(S1番地とE1番地、S2番地とE2番地、…、Sn番地とEn番地)とが入力装置1から入力される。入力情報解析部20は、この入力されたJISコードの測定対象範囲をプログラム命令実行数測定装置2が処理できるバイナリコードに変換し、変換後の値を制御部21に通知する。この通知を受けた制御部21は、入力情報解析部20によって変換された測定対象範囲を命

次に、このように構成された本実施例のプログラムの命令実行数測定方式の動作について説明する。最初に、測定対象プログラム40の範囲(S0番地とEz番地)と特定領域41、42、…、4nの範囲(S1番地とE1番地、S2番地とE2番地、…、Sn番地とEn番地)とが入力装置1から入力される。入力情報解析部20は、この入力されたJISコードの測定対象範囲をプログラム命令実行数測定装置2が処理できるバイナリコードに変換し、変換後の値を制御部21に通知する。この通知を受けた制御部21は、入力情報解析部20によって変換された測定対象範囲を命

-7-

-8-

令実行数記憶部6内の測定領域範囲情報60M(測定対象プログラム40の範囲)、61M(特定領域41の範囲)、62M(特定領域42の範囲)、…、6nM(特定領域4nの範囲)に保持するとともに、測定領域範囲情報60M、61M、62M、…、6nMのそれぞれに対応する命令実行回数記憶列60、61、62、…、6nをゼロで初期化する。

次に、測定対象プログラム40の優先レベルが「1」と仮定した場合、優先レベル番号「1」が入力装置1から入力される。入力情報解析部20は、この入力されたJISコード優先のレベル番号「1」をプログラム命令実行数測定装置2が処理できるバイナリコードに変換し、変換後の値を制御部21に通知する。この通知を受けた制御部21は、入力情報解析部20によって変換された優先レベル番号「1」をもとに分岐命令割込み機構30に対して優先レベル番号「1」を分岐命令割込みモードにして起動する。と同時に、同じく制御部21は分岐後アドレス記憶部5内の優先レベ

ル番号「1」に対応する分岐後アドレス51をゼロで初期化する。

この後、主記憶装置4上で設定対象プログラム40が起動されて、測定対象プログラム40の分岐命令が実行されると、中央処理装置3の分岐命令割込み機構30は、分岐命令で指定された分岐先のアドレスで分岐命令割込みを発生させて、この分岐命令割込みをプログラム命令実行数測定装置2の制御部21に報告する。この報告により制御部21は、優先レベル番号「1」と、測定対象プログラム40内の分岐命令割込みの原因となった分岐命令自身のアドレスである分岐前アドレスと、この、分岐命令による分岐先である分岐アドレスとを知ることができる。この報告された優先レベル番号「1」により制御部21は、分岐後アドレス記憶部5内の優先レベル番号「1」に対応する分岐後アドレス51の内容(この分岐命令割込みの一度前の分岐命令割込み時の分岐後アドレス)を抽出することができ、この抽出したアドレスから同じく報告された分岐前アドレスまでの範

-9-

-10-

図内にある命令を解析するよう命令語解析部 22 に指示すると共に、同じく報告された分岐後アドレスを次の分岐命令割込み時まで分岐後アドレス 51 に記憶しておく。この後、命令語解析部 22 は、制御部 21 によって指示された範囲内の命令を解析し、命令の種類と命令のアドレスとを測定範囲判定部 23 に逐次報告する。そこで測定範囲判定部 23 は、逐次報告される命令のアドレスをもとに、命令実行回数記憶部 6 の測定領域範囲情報 60 M, 61 M, 62 M, ..., 6 n M からこの命令を含む領域を判定する。判定の結果、測定範囲判定部 23 は、測定領域範囲情報 60 M, 61 M, ..., 6 n M に対応する命令実行回数記憶列 60, 61, 62, ..., 6 n のいずれかに、同じく命令語解析部 22 から命令のアドレスとともに報告された命令の種類に対応させて加算する。ここで、報告された命令のアドレスが特定領域 41 に含まれていれば、測定領域範囲情報 60 M と 61 M に対応する命令実行回数記憶列 60 と 61 に加算されることになる。同様に、特定領域 42

であれば命令実行回数記憶列 60 と 62 に加算、特定領域 4 n であれば命令実行回数記憶列 60 と 6 n に加算となる。

なお、制御部 21 は、分岐後アドレス 51 がゼロで初期化されている最初に分岐命令割込み時には、分岐命令割込機構 30 から通知された分岐後アドレスを分岐後アドレス 51 に記憶するだけで、命令語解析部 22 に対して命令の解析指示をしない。以上の動作を行った後制御部 21 は、測定対象プログラム 40 での分岐後アドレスからの実行再開を分岐命令割込機構 30 に指示し、次の分岐命令割込み待ちとなる。

第 2 図は、プログラム命令実行数測定装置 2 の命令語解析部 22 が解析する範囲を、測定対象プログラム 40 のアドレス P0 からアドレス P4 までのルーチンを例にとって、具体的に説明するための図である。ここで、測定対象プログラム 40 のアドレス P0 からアドレス P4 までのルーチンは特定領域 41, 42, ..., 4 n のいずれにも含まれず、アドレス P0, P1, P2, P3, P4

- 11 -

- 12 -

は分岐命令の分岐先アドレスであり、アドレス B1, B2, B3, B4 は分岐命令自身のアドレスである。まず、測定対象プログラム 40 のアドレス P0 に分岐する分岐命令（図示していない）が実行されると、分岐命令割込機構 30 によって分岐命令割込みが発生し、プログラム命令実行数測定装置 2（の制御部 21）が分岐命令割込みによって動作する。プログラム命令実行数測定装置 2（の制御部 21）は分岐命令割込機構 30 から通知されるアドレス P0 を分岐後アドレス 51 に記憶する（ここではアドレス P0 に分岐する前の範囲に対する動作手順の説明を省略する）。

次に測定対象プログラム 40 のアドレス B1 での分岐命令が実行され、分岐先であるアドレス P1 で分岐命令割込みが発生し、プログラム命令実行数測定装置 2（の命令語解析部 22）は分岐命令割込機構 30 から通知されるアドレス B1 とこのとき分岐後アドレス 51 が記憶しているアドレス P0 との範囲（アドレス P0 からアドレス B1 まで）にある命令を解析する。この解析結果（命

令の種類毎の数）を、プログラム命令実行数測定装置 2（の測定範囲判定部 23）は命令実行回数記憶列 60（アドレス P0 からアドレス B1 までの範囲が、S0 番地～Ez 番地内に存在することが確かめられ、命令実行回数記憶列 60 が選択される）の命令の種類に対応させて加算する。この後、プログラム命令実行数測定装置 2（の制御部 21）は、アドレス B1 と共に通知されたアドレス P1 を分岐後アドレス 51 に記憶する。同様に、アドレス B2, B3, B4 の分岐命令の実行によってそれぞれアドレス P2, P3, P4 で分岐命令割込みが発生し、このときプログラム命令実行数測定装置 2（の命令語解析部 22）によって解析されるのは、それぞれ、アドレス P1 からアドレス B2 までの範囲と、アドレス P2 からアドレス B3 までの範囲と、アドレス P3 からアドレス B4 までの範囲である。なお、分岐命令割込み時に、分岐命令割込機構 30 から通知されるのは、分岐命令自身のアドレスと分岐命令の分岐先アドレスの他に、測定対象プログラム 40 の優先

- 13 -

- 14 -

レベル番号（図示していない）もあり、この優先レベル番号によって分岐後アドレス51が選択可能となる。

最後に測定が終了し、優先レベル番号「1」の分岐命令割込みモード解除指令が入力装置1から入力される。入力情報解析部20は、この入力された優先レベル番号「1」に対する分岐命令割込みモード解除指令を制御部21に通知する。この通知を受けた制御部21は、優先レベル番号「1」の分岐命令割込みモードを解除して、分岐命令割込み機構30を停止すると共に、優先レベル番号「1」に対する測定結果を編集出力するように測定結果編集出力部24に指示する。この指示を受けた測定結果編集出力部24は、命令実行数記憶部6をもとに、測定結果リスト70、700、701、702、…、70nを出力装置7に出力する。ここで、測定結果リスト70は、測定対象プログラム40全体の命令実行数（zzzzzz）と、特定領域41、42、…、4nそれぞれの命令実行数（aaaaa、bbbbbb、…、nnnnn

-15-

n）と、特定領域41、42、…、4nの命令実行数が測定対象プログラム40全体の命令実行数に占める比率（aa、a%、bb、b%、…、nn、n%）とが、算出され、編集出力されたものである。さらに、測定結果リスト700、701、702、…、70nは命令の種類毎に実行回数が分るように編集出力したもので、それぞれ測定対象プログラム40全体と特定領域41、42、…、4nに対応する。

なお、分岐後アドレス記憶部5内の分岐後アドレスは優先レベル番号に対応させて（分岐後アドレス51、52、…、5nと、優先レベル番号に対応）記憶できるため、以上述べた優先レベル「1」で走行する測定対象プログラムだけでなく、優先レベル「1」以外で走行する測定対象プログラムも測定することが可能なことは明白である。さらに、ある優先レベル番号単独の測定だけでなく、2個以上の優先レベル番号の測定対象プログラムを同時に測定することも可能である。

本実施例では、測定結果編集出力部24は、特

-16-

定領域の命令実行数が測定対象プログラム全体の命令実行数に占める比率を算出し、編集出力する場合の例を示したが、各特定領域における命令種類別実行回数を編集出力するだけの構成とすることもできる。

（発明の効果）

以上説明したように本発明は、分岐命令割込みを利用してプログラムの命令実行数を測定するため、プログラムの内容を全く知らなくとも測定することができ、測定のための手続きも簡単であり、さらに測定のための時間を机上で計算する場合に比較して大幅に減少する。編集出力される測定結果リストは、単に実行された命令の合計数だけでなく、命令の種類毎に実行回数が出力され、しかもプログラム内の特に知りたい領域（ルーチン）の命令実行数とこの命令実行数がプログラム全体に占める割合も出力される。プログラムの性能向上を要求された場合、負荷の高い箇所ポイントをおいて改善するので、本測定結果リストは大変参考になる。

-17-

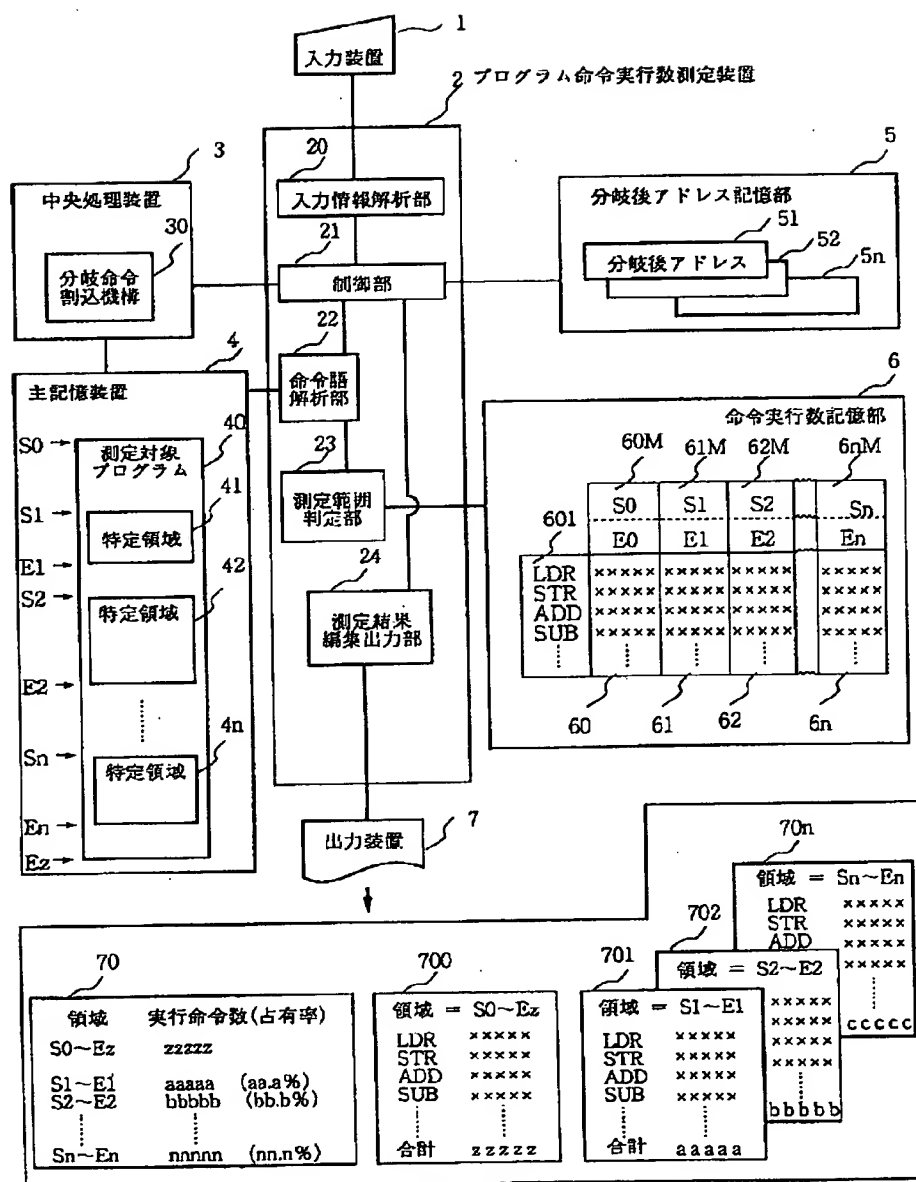
図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示すブロック図、第2図はプログラム命令実行数測定装置の命令語解析部が解析する範囲を具体的に説明するための図である。

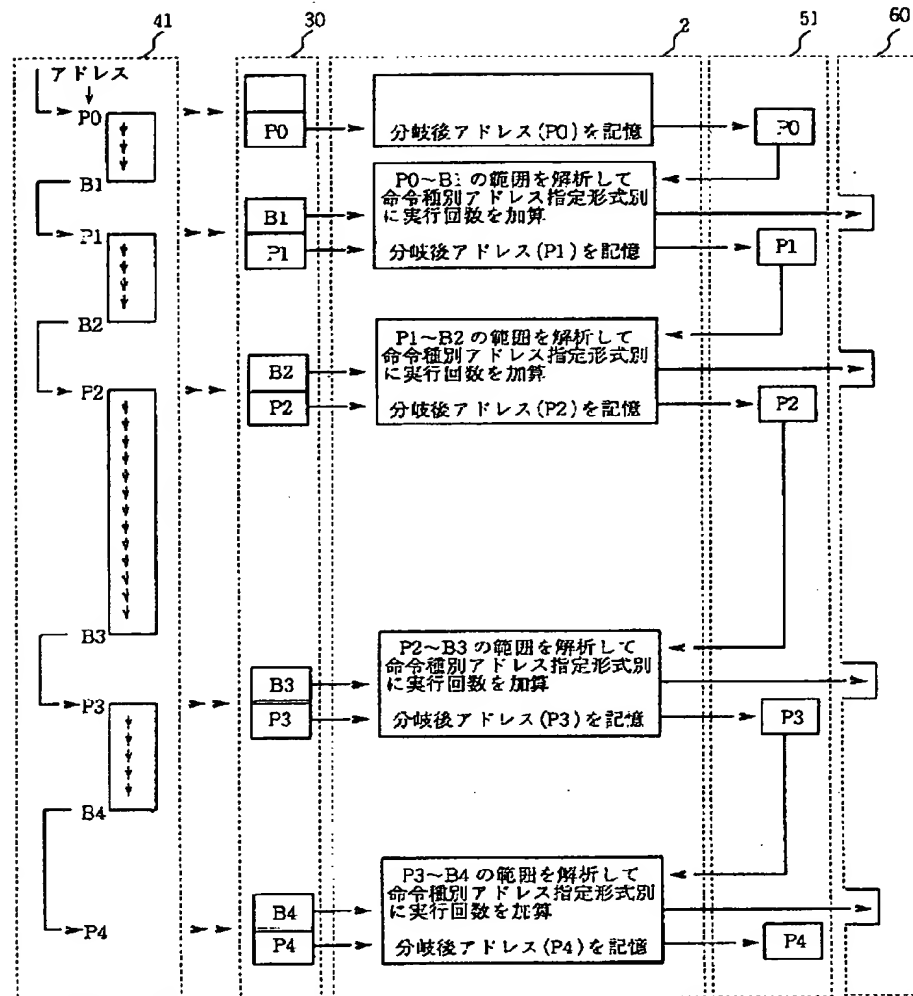
1…入力装置、2…プログラム命令実行数測定装置、3…中央処理装置、4…主記憶装置、5…分岐後アドレス記憶部、6…命令実行数記憶部、7…出力装置。

代理人 弁理士 内 原 晋

-18-



第1図



第 2 図

This Page Blank (uspto)